الیکٹرو میگنٹک اسپیکٹرم، موبائل فون، اور انٹرنیٹ

تعارف، حقیقت، تکنیکی تفصیلات، اور کچھ سوالات



ڈاکٹر مبشر حسین رحمانی

قسط (۱)

الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم، موبائل فون، اور انٹرنیٹ

تعارف، حقیقت، تکنیکی تفصیلات اور کچھ سوالات

ڈاکٹر مبشر حسین رحمانی ❖

ہماری روزمرہ کی زندگی میں موبائل فون کا استعمال بہت بڑھ چکا ہے۔ موبائل فون کو نہ صرف یہ کہ بات چیت کیلئے استعمال کیا جاتا ہے بلکہ موبائل فون کی جدید شکل یعنی اسمارٹ فون کے ذریعے انٹرنیٹ بھی استعمال کیا جارہا ہے جن میں گیموں سے لے کر آئن لائن شاپنگ اور لائیو اسٹریمنگ اور مختلف سوشل میڈیا پلیٹ فارمز و اپلی کیشنز جیسے فیس بک، ٹوئیٹر، ٹک ٹاک، واٹس ایپ وغیرہ کا استعمال بھی شامل ہے۔ چاہے موبائل فون کو بات چیت کیلئے استعمال کیا جائے یا انٹرنیٹ استعمال کرنے کیلئے، موبائل فون صارفین کو موبائل فون کمپنیوں سے پہلے موبائل فون کنکشن (کارڈ) حاصل کرنا پڑتا ہے۔ موبائل فون کمپنیاں اپنے موبائل نیٹ ورک چلانے کیلئے حکومت سے اسپیکٹرم کا لائسنس حاصل کرتی ہیں اور پھر موبائل صارفین کو موبائل کمیونیکیشن کی سروس مہیا کرتی ہیں۔ عالمی سطح پر اگر ہم اعداد وشمار دیکھیں تو آئرلینڈ میں 5G کے اسپیکٹرم آکشن پر چار سو اڑتالیس ملین یورو آئرلینڈ کی حکومت نے ٹیلی کمیونیکیشن کمپنیوں سے وصول کئے (۱)۔ جرمنی میں 5G کے اسپیکٹرم کی نیلامی پر ساڑھے چھ ارب یورو سے زیادہ حکومت نے ٹیلی کمیونیکیشن کمپنیوں سے وصول کئے (۲)۔ دہلی، انڈیا میں ۷۰۰ میگا ہرٹز کا اسپیکٹرم بلاک تقریباً ۲۵۴۵ کڑور انڈین روپے میں نیلام ہوا (۳)۔ اگر ہم پاکستان کی بات کریں تو سن ۲۰۲۱ میں حکومت نے اسپیکٹرم کی نیلامی ۲۷۹ ملین امریکی ڈالر یعنی تقریباً چھیالیس ارب پاکستانی روپے میں کی (۴)۔

❖ استاذ مونسٹر ٹکنالوجی یونیورسٹی (MTU) آئرلینڈ

(1) Irish mobile operator spectrum auction, Dec 2022.Link: https://www.siliconrepublic.com/comms/ireland-5g-spectrum-band-auction-comreg

(2) 5G Spectrum auction in Germany, 2019. Link: https://www.reuters.com/article/us-germany-telecoms-idUSKCN1TD27D

(3) Department of Telecommunications, India, 2022. Link: https://dot.gov.in/sites/default/files/Provisional%20Result%20and%20Frequency%20Assignment-Spectrum%20Auction%202022_0.pdf

(4) PTA, 2021. Link: https://www.pta.gov.pk/en/media-center/single-media/press-release-100921

اسی طرح سے اگر انٹرنیٹ کی بات کی جائے تو کچھ کمپنیاں انٹرنیٹ بینڈ وڈتھ Internet Bandwidth کے لئے صارفین سے کم نرخ لیتی ہے جبکہ اس کے بالمقابل کچھ کمپنیاں جو کہ فائبر آپٹک کیبل استعمال کرتی ہیں اور زیادہ انٹرنیٹ بینڈ وڈتھ مُہیّا کرتی ہیں، وہ صارفین سے زیادہ نرخ وصول کرتی ہیں۔

سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ حکومت جب اسپیکٹرم Spectrum کی نیلامی یعنی آکشن Auction کرتی ہے تو یہ اسپیکٹرم اتنا مہنگا کیوں ہوتا ہے؟ پھر مختلف حکومتیں اِسی یکساں اسپیکٹرم کی مختلف قیمتیں کیوں لگاتی ہیں؟ عام آدمی اس اسپیکٹرم کو ہوا یعنی فضا سمجھتا ہے، تو کیا حکومت اس ہوا کی نیلامی کرتی ہے؟ اگر حکومت اس ہوا کی نیلامی کرتی ہے تو یہ ہوا حکومت کہاں سے خریدتی ہے؟ اگر یہ اسپیکٹرم ہوا نہیں تو پھر اس اسپیکٹرم کی اصل حقیقت کیا ہے؟ کیا اس اسپیکٹرم کو لہروں سے تعبیر کیا جاسکتا ہے؟ کیا یہ لہریں فضا میں ہر وقت موجود ہوتی ہیں یا حکومت ان لہروں کو بناتی ہے اور پھر ان موبائل فون کمپنیوں کو نیلام کرتی ہے؟ جب یہ ٹیلی کمیونیکیشن کمپنیاں اتنی بھاری قیمت پر اس اسپیکٹرم (لہروں) کو خریدتی ہیں تو کیا وہ صارفین سے اس پیسے کے عوض نفع وصول کرتی ہیں جو کہ ان کمپنیوں نے حکومت کو لائسنس کی ضمن میں ادا کئے یا پھر یہ ٹیلی کمیونیکیشن کمپنیاں اپنے اخراجات پورا کرنے کیلئے عام صارفین سے پیسے وصول کرتی ہیں؟ حکومت جب اسپیکٹرم کی نیلامی کرتی ہے تو اس کا شرعی حکم کیا ہے؟ یعنی اس کی شرعی کیفیت کیا ہوگی؟ کیا یہ اسپیکٹرم اعیان میں شمار ہوگا اور اس کی بیع ہوگی؟ یا اس اسپیکٹرم کا اجارہ ہوگا؟ کیا حکومت کا اس اسپیکٹرم کی خرید وفروخت کرنا اپنی ذات میں درست ہے؟

کیا ہم اسپیکٹرم کی نیلامی کے عمل کو اس پر محمول کرسکتے ہیں کہ جیسے اگر سمندری حدود کا کچھ حصہ کسی ملک میں شامل ہے تو وہ ملک عالمی بحری جہازوں کو اپنی سمندری حدود میں سے گزرنے کیلئے لائسنس اور فیس وصول کرتا ہے تو کیا اسپیکٹرم بھی اسی طرح شمار ہوگا؟ کیا حکومت کا یہ پابندی لگانا کہ کوئی ان لہروں کو استعمال نہیں کرسکتا، درست ہے؟ نیز جب کوئی ٹیلی کمیونیکیشن کمپنی حکومت سے اسپیکٹرم کا لائسنس حاصل کرتی ہے تو کیا وہ کمپنی اس اسپیکٹرم کو آگے لیز Lease پر دے سکتی ہے؟

حضور پاک ﷺ کا ارشاد ہے کہ سارے مسلمان تین چیزوں میں باہم شریک ہیں، گھاس، پانی، اور آگ میں (۱)۔

اسی طریقے سے علمائے کرام ارشاد فرماتے ہیں کہ: جنگلات وغیرہ میں جو لکڑیاں، گھاس، اور شکار

(حوالہ: فقہ البیوع اسلام کا نظامِ خرید وفروخت، جلد، صفحہ ••

ہوتے ہیں ان کو بیچنا جائز نہیں ہے، اور ہوا میں اڑتے پرندوں کی بیع بھی جائز نہیں ہے۔ بعض حکومتیں اسی شخص کو شکار کرنے کی اجازت دیتی ہیں جس کے پاس حکومت کا اجازت نامہ ہو اور یہ اجازت نامہ مالی عوض کے بدلہ دیا جاتا ہے، یہ ظلم اور ناجائز ہے؛ کیوں کہ اللہ تعالیٰ نے ہر ایک کیلئے شکار کو حلال کیا ہے؛ لہٰذا کسی کو منع کرنے اور اجازت پر عوض حاصل کرنے کا اختیار نہ ہوگا۔(۱)

احادیثِ مبارکہ اور فقہائے کرام کے ان ارشادات کی موجودگی میں کیا حکومت کا اسپیکٹرم بیچنا شکار کے حکم میں آئے گا یا اس حدیث کے حکم میں آئے گا جس میں آگ، پانی اور خُود رَو گھاس کو مباحِ اصل قرار دیا گیا ہے؟ جب کوئی ٹیلی کمیونیکیشن کی کمپنی اسپیکٹرم کا لائسنس حاصل کرلے گی تو کیا وہ صارفین کو جو موبائل فون کی سروس، انٹرنیٹ اور ائیر ٹائم Airtime مہیا کرتی ہے کیا وہ اس اسپیکٹرم کا چارج کرتی ہے جو کہ اس نے حکومت کو لائسنس فیس کی مد میں ادا کئے یا وہ صارفین سے الیکٹرمیگنٹک اسپیکٹرم کی لہریں پیدا کرنے، کمیونیکیشن نیٹ ورک کا نظام کھڑا کرنے اور دیگر آپریٹنگ اخراجات (Operating Expenses OpEx) یا کیپیٹل اخراجات (Capital Expenditure CapEx) کی مد میں لیتی ہے؟ اسی طریقے سے یہ انٹرنیٹ بینڈ وڈتھ کیا ہوتی ہے اور ڈیٹا ریٹ Data Rate سے اس کا کیا تعلق ہے؟ کیا یہ اسپیکٹرم اور انٹرنیٹ بینڈ وڈتھ ایسی چیز ہے جس کی خرید وفرخت کی جاسکے یا اس کو اجارہ پر دیا جائے؟ ائیر ٹائم کی بیع ہوتی ہے یا اجارہ؟ کیا اپنا ائیر ٹائم کسی دوسرے کو فروخت کیا جاسکتا ہے؟ فریکوئنسی اور میگا ہرٹز کیا ہوتا ہے؟

غرض موبائل فون، انٹرنیٹ اور لہروں کے اس پیچیدہ نظام سے متعلق اس طرح کے دسیوں سوالات ہیں جن کے جوابات، شرعی مسائل اور فقہی تکییف، لہروں کے اس نظام، موبائل فون کے نیٹ ورک کے کام کے طریقہ کار اور انٹرنیٹ کے نظام کو سمجھنے پر موقوف ہے۔ لہٰذا اس مضمون میں ہم ان ٹیکنالوجیز کا تعارف، حقیقت اور تکنیکی تفصیلات فراہم کررہے ہیں۔ ہم امید کرتے ہیں کہ ان شاء اللہ ان سائنسی وتکنیکی تفصیلات کے واضح ہوجانے کے بعد ان ٹیکنالوجیز سے متعلق سوالات کے جوابات اور فقہی تکییف میں سہولت پیدا ہوجائے گی۔

اللہ تعالیٰ کی ایک عظیم نعمت الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم

اللہ رب العزت کی اس کائنات میں ایسی ایسی نعمتیں موجود ہیں کہ انسان جب اُن کے بارے

(۱) حوالہ: فقہ البیوع اسلام کا نظامِ خرید وفروخت، جلد، صفحہ

میں جانتا ہے اور پھر انسانیت کی بھلائی کیلئے ان نعمتوں کو استعمال کرتا ہے تو اس کا دل شُکر سے لبریز ہو جاتا ہے۔ اگر کوئی بھی بنظر انصاف ان نعمتوں کا مشاہدہ کرے تو وہ نہ صرف یہ کہ اللہ کے وجود کا قائل ہو جائے گا بلکہ اس پر حیرتوں کے پہاڑ ٹوٹ پڑیں گے کہ اللہ پاک کتنی عظیم قدرت کے مالک ہیں۔ پھر اللہ رب العزت نے جو نعمتیں ایسی بنائی ہیں جن کو ہر انسان نے استعمال کرنا ہے تو ان نعمتوں کو وافر مقدار میں مُہیّا بھی کر دیا ہے اور پھر ان نعمتوں پر اللہ پاک کوئی فیس بھی وصول نہیں فرماتے۔ پانی ہی کی مثال لے لیجئے، ہر جاندار کی ضرورت ہے، اللہ پاک نے اس کو وافر مقدار میں نہ صرف یہ کہ مُہیّا کر دیا بلکہ سمندروں سے نمکین پانی کو بھاپ کی صورت میں اڑا کر بادلوں کے ذریعے پانی کو میٹھا کر کے زمین کے مختلف حصوں میں برسا دیا۔ زمین کے نیچے پانی کی وافر مقدار مُہیّا کر دی، پہاڑوں پر برف کی صورت میں پانی کے ذخیروں کو محفوظ کر دیا، آبشاروں، ندی اور نالوں کے ذریعے پانی کو زمین پر پھیلا دیا۔ غرض، دریاؤں اور سمندروں کا ایک ایسا نظام تخلیق کر دیا کہ پانی ہر جگہ، ہر وقت، ہر جاندار کو وافر مقدار میں ملتا رہے۔

اللہ پاک کی انہی نعمتوں میں سے ایک عظیم نعمت الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم Electromagnetic Spectrum بھی ہے(۵)۔ بنیادی طور پر الیکٹرومیگنٹک ریڈیشن یعنی شعاؤں کے سلسلے یعنی رینج کو الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم کہا جاتا ہے۔ ان الیکٹرومیگنٹک ریڈیشن یعنی شعاؤں کا اظہار انرجی Energy، فریکوئنسی Frequency، یا ویوولینتھ (طولِ موج یا لہر کی لمبائی) Wavelength کے ذریعے کیا جاتا ہے(۶)۔

The electromagnetic spectrum (EMS(is the general name given to the known range of electromagnetic radiation.(7)

آسان الفاظ میں ہم یہ کہتے ہیں کہ اس الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم میں مختلف اقسام کی فریکوئنسی کی لہریں ہوتی ہیں، جن کی خصوصیات اور صفات فریکوئنسی کے حساب سے الگ الگ ہوتی ہیں اور اس وجہ سے ان لہروں (مختلف فریکونسیوں) کے مختلف استعمال ہیں۔ اس الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم کو فریکوئنسی کے حساب سے مختلف حصوں میں تقسیم کیا جاتا ہے جسے فریکوئنسی بینڈ Frequency Bands کہا جاتا ہے(۹،۸) اس الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم کو اُن کے فریکوئنسی کے حساب سے سات حصوں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے: گاما ریز Gamma Rays، ایکس ریز X-rays، الٹراوائلٹ ریز Ultra violet rays،

(5) Electromagnetic Spectrum, Britiannica. Accessed 25th Nov 2023. Link: https://www.britannica.com/science/electromagnetic-spectrum
(6) NASA, Imagine the University. Link: https://imagine.gsfc.nasa.gov/science/toolbox/emspectrum1.html
(7) COSMOS - The SAO Encyclopedia of Astronomy. Link: https://astronomy.swin.edu.au/cosmos/e/electromagnetic+spectrum
(8) John S. Seybold, Introduction to RF Propagation, September 2005, John Wiley & Sons, Inc.
(9) The Electromagnetic Radiation Spectrum.

روشنی Visible Light، انفراریڈ Infra red، مائیکرو ویو Microwaves، اور ریڈیو ویوز Radio waves۔ جب سے کائنات وجود میں آئی ہے، الیکٹرومیگنٹک فیلڈز، کسی نہ کسی شکل میں موجود ہیں۔

یہ الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم ہی ہے جس کی وجہ سے ہمیں نظر آتا ہے، ستاروں کی روشنی نظر آتی ہے اور اس کے بغیر زندگی قائم نہ رہ سکے۔ الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم، جس کے خالق اللہ رب العزت ہیں، اُن بنیادی اصولوں میں سے ایک ہے جس سے یہ کائنات چل رہی ہے۔

الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم اور آواز کے اسپیکٹرم میں فرق ہے یعنی روشنی جو ہمیں نظر آتی ہے یا موبائل فون سے جو لہریں خارج ہوتی ہیں، یا ایکس رے کی جو لہریں ہیں وہ یکسر مختلف ہوتی ہیں آواز کی لہروں سے۔ یعنی جہاں تک آواز کا تعلق ہے تو آواز کو سفر کرنے کیلئے میڈیم کی ضرورت پڑتی ہے یعنی اگر ویکیوم Vacuum ہوگا تو آواز کی لہریں سفر نہ کرسکیں گی۔ جبکہ الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم یعنی الیکٹرومیگنٹک لہروں کو سفر کرنے کیلئے کسی میڈیم یا آلہ کی ضرورت نہیں ہے۔

Electromagnetic waves do not require a medium to propagate.This means that electromagnetic waves can travel not only through air and solid materials, but also through the vacuum of space.

مثلاً جب ہم خلا میں چلے جائیں تو وہاں پر بھی الیکٹرومیگنٹک لہریں سفر کرتی ہیں۔ اسی طرح سے الیکٹرومیگنٹک لہریں ٹھوس میٹریل سے بھی گزر جاتی ہیں مثلاً موبائل کے سگنل دیواروں، کنکریٹ اور لوہے کے آر پار گزر جاتے ہیں۔

VLF and ELF radio waves can also penetrate water to hundreds of meters depth, so they are used to communicate with submerged submarines.

عمومی طور پر یہ کہا جاتا ہے کہ الیکٹرومیگنٹک لہریں پانی میں سفر نہیں کرسکتیں مگر انہی الیکٹرومیگنٹک لہروں میں سے وی ایل ایف اور ای ایل ایف کی فریکوئنسی والی لہریں سمندر کی گہرائیوں میں بھی سفر کرتی ہیں، اسی وجہ سے سب میرین یعنی آبدوزں کی کمیونیکیشن کیلئے استعمال کیا جاتا ہے۔

آواز کے اسپیکٹرم کی بات آئی تو قارئین کی خدمت میں اگلی قسط میں دو واقعات اور اس کی مزید تفصیلات بھی پیش کی جائیں گی۔ (جاری)

قسط (۲)

الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم، موبائل فون، اور انٹرنیٹ

تعارف، حقیقت، تکنیکی تفصیلات اور کچھ سوالات

ڈاکٹر مبشر حسین رحمانی ❖

قیامت میں انسان کے اعضا کا بولنا

راقم ایک دفعہ اپنے شیخ حضرت مولانا مفتی محمد نعیم میمن صاحب دامت برکاتہم سے گفتگو کر رہا تھا کہ کسی بات پر حضرت نے ارشاد فرمایا کہ کیا کوئی ایسی سائنسی تحقیق ہوئی ہے کہ جس کے ذریعے ہم حضور پاک ﷺ اور صحابہ کرام رضوان اللہ علیہم اجمعین کی آوازوں کو سن سکیں؟ اس سوال کے جواب کو ڈھونڈنے کیلئے سائنسی تحقیقات دیکھنے پر یہ معلوم ہوا کہ ابھی سائنس نے اتنی ترقی نہیں کہ ہے کہ ہم ہزار سال پرانی آوازوں کو سن سکیں۔ اسی تناظر میں ایک اور واقعہ قارئین کی خدمت میں پیش کرتا چلوں۔ حضرت حکیم الامت مولانا اشرف علی تھانوی نور اللہ مرقدہ کی مشہور تصنیف الانتباهات المفیدة، جو کہ فلسفہ اور علم کلام پر ایک مبسوط اور جامع تصنیف ہے، ابھی حال ہی میں اس کی شرح اردو میں اسلام اور عقلیات کے عنوان سے شائع ہوئی ہے۔ اس کتاب کا حل ۱۳۴۰ھ میں لکھا گیا جو کہ تقریباً آج سے سو سال پرانا زمانہ ہے۔ اللہ پاک ہمارے علمائے کرام کو اجر دے کہ اُس وقت حضرت حکیم الامت کو نہ صرف یہ کہ سائنسی ایجادات کی خبر تھی بلکہ حضرت حکیم الامت رحمۃ اللہ علیہ انہی سائنسی ایجادات کو شبہاتِ جدیدہ کو زائل کرنے کیلئے استعمال فرماتے ہیں۔ حضرت حکیم الامت ''قیامت میں انسان کی اعضا بولیں گے اور اعمال کی گواہی دیں گے'' کی تشریح میں تحریر فرماتے ہیں کہ بعض سائنسدانوں کو ثابت ہوا ہے کہ جمادات میں بھی گراموفون کی سی قوت ہے کہ وہ آواز کو بلا کسی انسانی صنعت کے محفوظ کر لیتے ہیں۔ اور بعض آلات اس قسم کے بن گئے ہیں کہ ان کے ذریعے وہ محفوظ شدہ آواز ان جمادات میں سنی جاتی ہے۔ پرانے کھنڈرات میں وہ آلات لگا دیں تو ان

❖ استاذ مونسٹر ٹکنالوجی یونیورسٹی (MTU) آئرلینڈ

میں سے ان لوگوں کی آوازیں سنائی دیں گی جو ان کے قریب رہتے تھے، حتیٰ کہ یہ معلوم ہوسکتا ہے کہ ان میں رہنے والے کون سے زبان بولتے تھے۔(۱)

اس کتاب کو لکھے ہوئے سو سال سے زیادہ کا عرصہ گزر چکا ہے مگر سائنس نے ان گزرے ہوئے سو سالوں میں اتنی ترقی نہیں کی ہے کہ ہم ہزار سال پرانی آوازوں کو سن سکیں۔ ہاں یہ ترقی ہوئی ہے کہ ایک ایسے کمرہ میں جہاں پر آس پاس کوئی آواز نہ ہو، وہاں پر ایک شخص کچھ بولے۔ پھر ہم آلات کی مدد سے دیوار میں جذب ان آواز کی لہروں کو دوبارہ سن سکتے ہیں مگر یہ سب کچھ آڈیل ماحول میں ہونا چاہیے وگرنہ دیواروں میں جذب آواز کو پڑھنا ابھی تک تقریباً ناممکن ہے۔

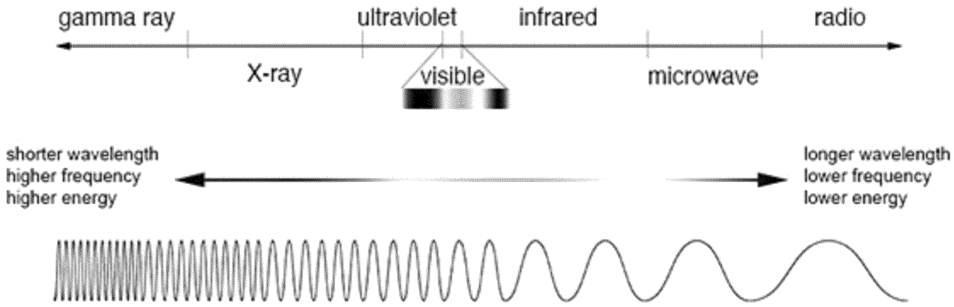
الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم کا عام زندگی میں استعمال

جب کوئی موبائل فون کا استعمال کرتا ہے تو اسی الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم کے ایک خاص حصے کی لہروں کو استعمال کررہا ہوتا ہے۔ جب کوئی دور دراز کسی پہاڑ کی چوٹی پر سیٹلائٹ فون استعمال کرکے ہنگامی امداد مُہیّا کرنے والے اداروں سے فوری طبی امداد کیلئے مدد طلب کرتا ہے تو وہ انہی لہروں ہی کو استعمال کررہا ہوتا ہے۔ جب کوئی ٹیلی ویژن پر خبریں دیکھتا ہے تو وہ بھی انہی لہروں کے مرہونِ منت ہے۔ ریڈیو پر کامنٹری سننے سے لے کر گھروں میں وائی فائی WiFi کے استعمال تک، گاڑی کے دروازوں کو وائرلیس چابی سے کھولنے سے لے کر اسمارٹ میٹرز کے ذریعے گھروں میں بجلی کے استعمال کا تجزیہ وتخمینہ کرنے تک، انہی لہروں کو استعمال کیا جارہا ہوتا ہے۔غرض، ایکس رے X-Rays کے ذریعے فریکچر کا پتہ چلانا ہو، سی ٹی اسکین CT (Computed Tomography) Scan کی مدد سے جسم کے اندرونی حصوں کا تجزیہ کرنا ہو، مائیکروویو اوون Microwave Oven میں چیزوں کو گرم کرنا ہو، بلب سے کمرے میں روشنی کرنا ہو، سورج کی قدرتی روشنی سے فصلوں کی پکائی ہو یا ایٹم بم سے نکلنے والی ریڈیو ایکٹیو ویو Radio Active Waves لہروں سے دشمن کے علاقے میں تباہی مچانا ہو، یہ لہروں کا ایک مربوط نظام کائنات کو گھیرے میں لئے ہوئے ہے۔تصویر نمبر(۱) میں الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم اور اس کی صفات کو دکھایا گیا ہے (حوالہ ناسا NASA)

یہ الیکٹرومیگنٹک لہریں دو طرح کی ہوتی ہیں۔ ایک وہ جو کہ آیونائزنگ Ionizing radiation لہریں ہوتی ہیں اور دوسری نان آیونائزنگ لہریں Non Ionizing radiation آیونائزنگ لہروں میں صلاحیت ہوتی ہے کہ وہ ہمارے جسم اور ٹھوس میٹریل پر اثر انداز ہوسکیں، مثلاً اگر ایکس ریز کا بہت زیادہ

(۱) اسلام اور عقلیات، صفحہ، مکتبہ البشریٰ

انسانی جسم پر استعمال پر کیا جائے گا تو کینسر کا خدشہ ہوتا ہے۔(۱)



تصویر نمبر: الیکٹرو میگنٹک اسپیکٹرم-حوالہ: ناسا (۲)

اسی طریقے سے ریڈار کے ذریعے الیکٹرو میگنٹک اسپیکٹرم کا بہت استعمال کیا جاتا ہے مثلاً ائیر ٹریفک کنٹرول، ماحولیات کی مانٹرینگ، چھپے ہوئے اسلحے کا پتہ چلانا، میزائل گائیڈنس، موسموں کی ٹریکنگ، سیکورٹی، ریموٹ سین سنگ Remote Sensing اور خلا سے زمین میں موجود وسائل جیسے معدینات وغیرہ کو کھوج لگانا شامل ہیں (۳)۔اس الیکٹرو میگنٹک اسپیکٹرم میں ریڈار ایک خاص رینج آف فریکوئنسی میں کام کرتا ہے اور یہ ریڈار اسپیکٹرم انجینئرنگ اینڈ مینجمنٹ کے ذیل میں آتا ہے (۴)۔خلاصہ یہ ہوا کہ یہ مختلف فریکونسیاں مختلف شکلوں میں مختلف جگہوں پر کائنات میں بکھری ہوئی ہیں۔مثلاً اگر ہم ایک دور دراز جنگل میں جائیں تو وہاں پر دن میں سورج کی روشنی بھی الیکٹرمیگنٹک اسپیکٹرم ہے اور یہ دن میں یہ لہریں موجود ہوں گی اور رات میں نہیں۔ پھر اگر ہم زمین سے باہر نکلیں اور سورج کے سامنے جائیں تو وہاں پر یہ لہریں (سورج کی روشنی کی صورت میں) ہر وقت موجود ہوں گی۔ٹیبل نمبر ۱، اور ۲ میں ہم نے اسی الیکٹرو میگنٹک اسپیکٹرم کی فریکوئنسی رینج اور اس کے عام زندگی میں استعمال کو دکھایا ہے۔(۵)

---

(1) https://www.cdc.gov/nceh/radiation/ionizing_radiation.html

(2) https://imagine.gsfc.nasa.gov/science/toolbox/emspectrum1.html

(3) Link: https://physics.info/em-spectrum/

(4) H. Griffiths et al., "Radar Spectrum Engineering and Management: Technical and Regulatory Issues," in Proceedings of the IEEE, vol. 103, no. 1, pp. 85-102, Jan. 2015.

(5) Link: http://www.vlf.it/frequency/bands.html

استعمال	الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم۔فریکوئنسی رینج
ایف ایم ریڈیو	88-108 MHz
ٹیلی ویژن	54-216 MHz
مائیکروویواوون	2.45 GHz
سیٹلائٹ	4.2 GHz3.7
ریڈار	4-27 GHz
نظر آنے والی روشنی	417-789 THz

ٹیبل نمبر۱: الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم،فریکوئنسی رینج اوراس کے مختلف استعمال(۱)۔

فریکوئنسی رینج	فریکوئنسی بینڈ
< 3 kHz	Extremely Low Frequency (ELF)
2-30 kHz	Very Low Frequency (VLF)
30-300 kHz	Low Frequency (LF)
3MHz300 kHz	Medium Frequency (MF)
3-30 MHz	High Frequency (HF)
30-300 MHz	Very High Frequency (VHF)
3GHz300 MHz	Ultra High Frequency (UHF)
3-30 GHz	Super High Frequency (SHF)
30-200 GHz	Extra High Frequency (EHF)

ٹیبل نمبر۲: فریکوئنسی بینڈ اوراس کے رینج (۲،۳)

مختلف اقسام کی لہریں اور پیمائش کا طریقہ کار

کائنات میں مختلف قسم کی لہریں Waves موجود ہیں جن میں اول مکینیکل لہریں

(1) J. A. Kong, Electromagnetic Wave Theory, Wiley-Interscience, 1975, 1986, 1990; EMW Publishing since 1998, 2000, 2005, latest edition: 1016 pages published May 2008.
(2) John S. Seybold, Introduction to RF Propagation, Wiley-Interscience; 1st edition, 2007.
(3) John A. Richards, Radio Wave Propagation :An Introduction for the Non-Specialist, Springer, 2008

Mechanical waves ہیں جیسے پانی کی لہر، آواز کی لہر وغیرہ۔دوم الیکٹرو میگنٹک لہریں Electromagnetic waves ہیں جو کہ الیکٹرک اور میگنٹک فیلڈز Electrical and Magnetic Fields کا مجموعہ ہوتی ہیں۔ان مختلف اقسام کی لہروں کی پیائش فریکوئنسی Frequency سے کی جاتی ہے۔مثلاً پانی میں پتھر پھینکا، اس سے ایک سیکنڈ میں اس لہر کی کتنی سائیکل (لہر کا اٹھ کر دبنا یعنی ایک چکر پورا کرنا) وجود میں آئیں؟ ان لہروں کی سائیکل کی پیائش فریکونسی سے کی جاتی ہے۔یعنی تعدادِ ارتعاشات فریکوئنسی کہلاتی ہے۔اگر ایک لہر میں ایک سیکنڈ میں ایک سائیکل وجود میں آئی تو یہ ایک ہرٹز (Hz) 1 Hertz ہوگا یعنی اس کی فریکونسی ایک ہرٹز (1 Hertz (Hz ہوگی۔اگر ایک لہر میں ایک سیکنڈ میں بیس سائیکل وجود میں آئیں تو بیس ہرٹز (Hz) 20 Hertz اس کی فریکونسی ہوئی۔اگر ایک لہر میں ایک سیکنڈ میں دس لاکھ سائیکل وجود میں آئیں تو اس کی فریکونسی دس میگا ہرٹز 10 MHz ہوگی۔اس سے یہ بات سمجھ آئی کہ میگا ہرٹز (Mega Hertz (MHz فریکونسی کی پیائش کا یونٹ Unit of Measurement ہے اور اس کے ذریعے سے ہم سگنل کی فریکوئنسی کی پیائش کرتے ہیں۔اسی طریقے سے کلو ہرٹز (Kilo Hertz (KHz، میگا ہرٹز (Mega Hertz (MHz، گیگا ہرٹز (Giga Hertz (GHz، یا ٹیرا ہرٹز Tera Hertz (THz)، یہ سب سگنل کی فریکوئنسی کی پیائش کیلئے استعمال ہوتے ہیں۔

ہماری اس کائنات میں مختلف اقسام کی لہریں موجود ہیں جن کی مختلف فریکونسی ہیں جو کہ ایک ہرٹز 1 Hertz سے کم سے لے کر کھربوں ہرٹز سے بھی زیادہ 1025 تک چلی جاتی ہیں جن میں ریڈیو ویوز Radio Waves، مائیکرو ویوز Micro Waves، انفرا ریڈ Infra red، روشنی Light، الٹراوائٹ ویوز Ultra Violet Waves، ایکس رے X-Rays، گاما ریز Gamma Rays وغیرہ شامل ہیں۔(۱)

(جاری)

۞......۞......۞

(1) Link: https://hubblesite.org/contents/articles/the-electromagnetic-spectrum

قسط (۳)

الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم، موبائل فون، اور انٹرنیٹ

تعارف، حقیقت، تکنیکی تفصیلات اور کچھ سوالات

ڈاکٹر مبشر حسین رحمانی ❖

کیا الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم استعمال سے ختم بھی ہوجاتا ہے؟

ایک سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ کیا الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم استعمال سے ختم بھی ہوجاتا ہے؟ اس سوال کا جواب یہ ہے کہ اللہ رب العزت نے جو کائنات بنائی ہے اس میں یہ الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم موجود ہے اور اس الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم میں موجود مختلف اقسام کی لہروں نے پوری کائنات کو گھیرا ہوا ہے۔ یہ لہریں صرف ہماری زمین تک محدود نہیں، بلکہ زمین کے گہرائیوں سے لے کر آسمان کی بلندیوں تک، یہ ہر جگہ ہمیں بآسانی مل جاتی ہیں۔ حتیٰ کہ سورج سے نکلنے والی روشنی بھی یہی الیکٹرومیگنٹک لہریں ہیں۔ سائنسدانوں نے جونئی کہکشاؤں کا پتہ لگایا ہے وہ انہی الیکٹرومیگنٹک لہروں کی بنیاد پر ہی لگایا ہے۔ اگر ہم خلا میں چلے جائیں، وہاں پر بھی یہ الیکٹرومیگنٹک لہریں موجود ہیں۔

قدرتی طور پر موجود الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم تو کائنات میں موجود ہے اور موجود رہے گا اور خرچ کرنے سے ختم نہیں ہوتا۔ البتہ یہ الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم یعنی لہریں ہم خود بھی بنا سکتے ہیں۔ جب ہم الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم کے کسی خاص بینڈ کی کسی خاص فریکوئنسی کو بناتے ہیں تو ہم ان لہروں کو خود وجود میں لارہے ہوتے ہیں اور ہمارے وجود میں لانے والی لہریں یعنی سگنلز خرچ بھی ہوتے ہے اور ختم بھی ہوجاتے ہیں۔ ختم بھی ہوجاتے ہیں کی تشریح کرتے ہوئے اب تک کی سائنسی تحقیقات کی روشنی میں ہم یہ کہہ سکتے ہیں کہ یہ سگنلز وقت یا فاصلے کے گزرنے کے ساتھ بہت زیادہ کمزور ہوجاتے ہیں اور کوئی ان سے فائدہ نہیں

❖ استاذ مونسٹر ٹکنالوجی یونیورسٹی (MTU) آئرلینڈ

اٹھاسکتا کیونکہ یہ ایک طرح کی انرجی ہوتے ہیں اورانرجی ختم نہیں ہوتی بلکہ اپنی شکل تبدیل کرلیتی ہے۔مثلاً اگر ہم ایک پتھر سمندر میں پھینکتے ہیں تو ایک مضبوط لہر بنتی ہے جو کہ ہمیں نظر آتی ہے مگر وقت یا فاصلے کی وجہ سے یہ لہر بہت کمزور ہوجاتی ہے اور سمندر میں موجود دیگر لہروں کے ساتھ مل جاتی ہے۔لہذا اگر کراچی کے ساحل پر کوئی پتھر سمندر میں پھینکتا ہے تو کینیڈا کی ساحلی پٹی پر اس لہر کو محسوس کرنا اور اس سے فائدہ اٹھانا، ابھی تک کی سائنسی تحقیقات و آلات کی مدد سے تقریباً ناممکن ہے مگر سائنسی طور پر یہ حقیقت ہے کہ وہ لہر کبھی بھی ختم نہیں ہوگی، وہ ہمیشہ موجود رہے گی۔

دوسرا سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ کیا میگا ہرٹز پہلے سے موجود ہوتے ہیں؟ اس کو ہم اس طرح سے سمجھ سکتے ہیں کہ کمیت Mass کا یونٹ گرام، کلوگرام، میگا گرام (ٹن) وغیرہ ہے۔اب کیا ہم یہ کہہ سکتے ہیں کہ ایک کلوگرام پہلے سے موجود ہے؟ اور کیا اس ایک کلوگرام پر آٹا یا دالیں بنائیں گے؟ اصل میں ہم آٹا یا دالیں بیچیں گے اور ان کی پیمائش کلوگرام میں کریں گے۔اگر حکومت یہ کہے کہ اب پاکستان میں فیکٹریاں پانچ کلوگرام کے آٹے کے تھیلے بنائیں گے اور پھر مختلف فیکٹریوں کو اس کا لائسنس جاری کریں تو صرف لائسنس یافتہ کمپنیاں ہی گیہوں اکھٹا کر کے آٹا بنا کر پانچ کلو کے تھیلے بیچنے کی پابند ہوں گی۔یہاں یہ بات ذہن میں رہے کہ حکومت لائسنس پانچ کلو کی پیمائش کا دے رہی ہے نہ کہ فیکٹری لگانے کا۔راقم نے یہ آٹے کی مثال صرف سمجھانے کے غرض سے دی ہے، الیکٹرمیگنٹک اسپیکٹرم آٹے کی طرح Matter مادہ نہیں ہے بلکہ یہ انرجی کی ایک شکل ہے جو کہ روشنی کی رفتار سے سفر کرتی ہے۔لہذا جب حکومت الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم کا لائسنس دیتی ہے تو اس بات کی قید لگاتی ہے صرف لائسنس والے لوگ ہی اس اسپیکٹرم کو استعمال کریں گے اور وہ لائسنس والی کمپنیاں خود اپنے سگنل بنائیں گی اور اس کی پیمائش میگا ہرٹز میں کریں گی۔یعنی ان کمپنیوں کے بنائے گئے سگنل کی ایک لہر ایک سیکنڈ میں دس لاکھ سائیکل وجود میں لے کر آئے گا۔اب یہ کمپنیوں کی مرضی ہے کہ وہ سگنل بنائیں یا نہ بنائیں۔

سائنسی طور پر یہ بات مُسلَّم ہے کہ الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم ایک محدود نیچرل ریسورس Limited Natural Resource ہے اور یہ خرچ سے ختم نہیں ہوتا۔اب یہ دو مُتضاد باتیں لگ رہی ہیں کہ ایک چیز جو کہ محدود ہو مگر خرچ سے ختم بھی نہ ہوتی ہو، بھلا یہ کیسے ممکن ہے؟ سائنسدانوں و محققین کے مطابق یہ بات مُتضاد نہیں ہے۔اول تو یہ کہ یہ اسپیکٹرم (ایلکٹرومیگنٹک لہریں) پوری کائنات میں موجود ہے۔دوسرا یہ کہ ہم جتنا چاہیں ان لہروں کو بنائیں، یہ خرچ کرنے سے ختم نہیں ہوں گی اور اس پر بنانے پر قدرت کی طرف سے کوئی قید نہیں ہے۔

Electromagnetic spectrum is a limited natural resource.(24)(25)

The radio spectrum is a finite but non-exhaustible natural resource.(26)

The electromagnetic spectrum exhibits some of the properties of what economists call a Common Good. Other than the cost of designing, building, and operating radio stations, its use is free. Each user has no incentive to individually use the spectrum efficiently since there is no savings; and is, in fact, motivated to secure for his own use the maximum amount of spectrum. However, uncoordinated, wasteful use can easily result in everyone suffering interference, that prevents satisfactory operation,and denies access to new users.

The electromagnetic spectrum is an unusual common good, or natural resource because, unlike iron, oil, or coal, it is not destroyed by use. When one user stops using a portion of the spectrum, another can readily use it. The spectrum is scarce, though, because at any given time and place one use of a portion of the spectrum precludes any other use of that portion.(27)

Spectrum has often been referred to as the "fuel" for wireless technology and the "oxygen" of the Internet. Spectrum differs greatly from natural resources, such as coal, land, water and air, because these resources are finite commodities; there is a limited amount of water, air, coal and land. Because they are finite resources, renewing them is either impossible or incredibly difficult. But the electromagnetic spectrum is not a finite commodity; it cannot be exhausted, and most importantly, the electromagnetic spectrum is instantly renewable. The moment that a radio, radar or some other spectrum-enabled device stops using a radio frequency, that radio frequency becomes instantly reusable by some other device. This simple, yet remarkable, difference means that efforts to manage and conserve the electromagnetic spectrum as if it were a natural resource, like water and land, are often misguided or ill-conceived. A resource that is instantly renewable cannot really be in short supply. As such, spectrum conservation is a misnomer.(28)

(24) Spectrum Overview, NASA, USA.
Link: https://www.nasa.gov/directorates/somd/space-communications-navigation-program/spectrum-overview/
(25) Spectrum Intelligence and Investigations Annual Report 2021-2022, ComReg, Ireland.
Link: https://www.comreg.ie/media/2022/11/ComReg-2294.pdf
(26) Commission for Communications Regulation (ComReg), Ireland. Accessed 25th Nov 2023.
Link: https://www.comreg.ie/media/dlm_uploads/2015/12/CP37.pdf
(27) Regulating the use of spectrum, National Telecommunications and Information Administration, United States Department of Commerce.
Link: https://www.ntia.gov/book-page/regulating-use-spectrum
(28) Spectrum isn't like "Other natural resources", US Navy.
Link: https://www.doncio.navy.mil/chips/ArticleDetails.aspx?ID=2347

مثلاً اگر ۲۰ میگا ہرٹز کی فریکوینسی پر ہم سگنل جنریٹ کریں اور کڑوروں افراد اس ۲۰ میگا ہرٹز کے سگنل کو بنائیں، تو اس پر کوئی پابندی قدرت کی طرف سے نہیں کہ بس سو لوگ یا کڑور لوگ اس اسپیکٹرم کو بنائیں اور استعمال کر سکتے ہیں اور پھر وہ ختم ہو جائے گا۔ تو ان دو تناظر میں ہم یہ کہتے ہیں کہ یہ اسپیکٹرم موجود ہے اور محدود نیچرل ریسورس ہے اور خرچ کرنے سے ختم نہیں ہوتا۔ جب حکومت لائسنس دیتی ہے تو اس بات کی قید لگاتی ہے صرف لائسنس والے لوگ ہی اس اسپیکٹرم کے حصے یعنی پورشن کو استعمال کریں گے۔ پھر لائسنس یافتہ کمپنیاں اپنا ٹیلی کام نیٹ ورک بناتی ہیں اور اس اسپیکٹرم کو استعمال کرتے ہوئے وہ خود سگنل بناتی ہیں۔ یہ سگنل پیدا ہونے کے بعد ختم ہو جاتا ہے۔ یعنی لائسنس یافتہ ٹیلی کام کمپنی جب اپنا سگنل بنائے گی تو وہ سگنل تو ختم ہو جائے گا مگر اگر ۵۰ کڑور کمپنیاں ہوں اور وہ یہی ۲۰ میگا ہرٹز پر ۵۰ کڑور سگنل بنائیں اور بناتے رہیں تو اس بنانے کی تعداد پر قدرت کی طرف سے کوئی پابندی نہیں۔ بس اس وجہ سے ہم کہتے ہیں کہ یہ اسپیکٹرم استعمال سے خرچ نہیں ہوتا۔ الیکٹرو میگنٹک اسپیکٹرم کے محدود ہونے کو ایک مثال سے سمجھتے ہیں۔ حکومتِ پاکستان یعنی پی ٹی اے کے پاس فریکوئنسی ایلوکیشن کا ٹیبل بنا ہوا ہے جو کہ اس بات کی نشاندہی کرتا ہے کہ کون کون سے اسپیکٹرم کا کیا کیا استعمال ہوگا۔ مثلاً آٹھ سو میگا ہرٹز سے لے کر آٹھ سو پچاس میگا ہرٹز کی فریکوئنسی کو موبائل فون کیلئے مختص کر دیا گیا ہے۔ آٹھ سو پچاس میگا ہرٹز کے بعد کی فریکوئنسی کسی اور اپلی کیشن میں استعمال ہوگی۔ اب اس آٹھ سو میگا ہرٹز سے لے کر آٹھ سو پچاس میگا ہرٹز تک، دس دس میگا ہرٹز کے پانچ بینڈ بن سکتے ہیں تو اس کا مطلب یہ ہوا کہ پانچ ٹیلی کام کمپنیوں کو یہ اسپیکٹرم نیلام ہو سکتا ہے۔ ہم فرض کر لیتے ہیں کہ حکومت نے تھری جی کی اسپیکٹرم آکشن کی اور اس اسپیکٹرم کو نیلام کر دیا۔ مزید وقت گزرنے کے بعد ٹیکنالوجی نے مزید ترقی کی اور نئی نئی کمپنیاں بھی میدان میں آ گئیں اور اُن کمپنیوں کو یہ ضرورت محسوس ہوئی کہ فائیو جی کا نیٹ ورک بنایا جائے مگر اس کیلئے ان کمپنیوں کو اسپیکٹرم چاہیے ہوگا۔ اب چونکہ موبائل فون سے متعلق اسپیکٹرم کے حصے کو حکومت پہلے ہی نیلام کر چکی ہوتی ہے تو اب وہ نیا اسپیکٹرم کا حصہ کہاں سے لائے؟ یعنی اسپیکٹرم تو موجود ہے مگر چونکہ حکومت نے خود ہی اسپیکٹرم کے حصوں کو مختلف ٹیلی کام کے استعمال کیلئے مخصوص کر لیا تھا تو اب تو نیا اسپیکٹرم نہیں لا سکتی۔ لہٰذا اس وجہ سے ہم یہ کہتے ہیں کہ اسپیکٹرم محدود Limited Resource ہے۔ اپنی طرف سے مصنوعی لہروں کو بنانے کیلئے کیا پہلے سے موجود کائنات میں لہریں یا اسپیکٹرم ہی کو استعمال کیا جاتا ہے؟ ٹیلی کام کی کمپنیاں اپنی لہریں یا سگنل کو بنانے کیلئے کائنات میں موجود لہروں کو استعمال نہیں کرتیں بلکہ آجکل وہ خود اپنی لہریں بناتی ہیں۔ البتہ جب ان کی لہریں بن جاتی ہیں تو وہ قدرت میں موجود لہروں سے مل کر کام بھی کر سکتی ہیں مگر یہ بہت ایڈوانس طریقہ کار رہوتا ہے۔ یعنی خلاصہ یہ ہوا کہ ٹیلی کام کمپنیاں آجکل صرف اپنی لہریں خود بناتی ہیں اور کائنات میں موجود لہروں کا استعمال نہیں کرتیں۔ (جاری)

قسط (۴)

الیکٹرو میگنٹک اسپیکٹرم، موبائل فون، اور انٹرنیٹ

تعارف، حقیقت، تکنیکی تفصیلات اور کچھ سوالات

ڈاکٹر مبشر حسین رحمانی ❖

اپنی طرف سے مصنوعی لہروں کو بنانے کیلئے کیا پہلے سے موجود کائنات میں لہریں یا اسپیکٹرم ہی کو استعمال کیا جاتا ہے؟

ٹیلی کام کی کمپنیاں اپنی لہریں یا سگنل کو بنانے کیلئے کائنات میں موجود لہروں کو استعمال نہیں کرتیں بلکہ آجکل وہ خود اپنی لہریں بناتی ہیں۔ البتہ جب ان کی لہریں بن جاتی ہیں تو وہ قدرت میں موجود لہروں سے مل کر کام بھی کرسکتی ہیں مگر یہ بہت ایڈوانس طریقہ کار ہوتا ہے۔ یعنی خلاصہ یہ ہوا کہ ٹیلی کام کمپنیاں آجکل صرف اپنی لہریں خود بناتی ہیں اور کائنات میں موجود لہروں کا استعمال نہیں کرتیں۔

بلوٹوتھ Bluetooth گیگا ہرٹز 2.45 GHz پر کام کرتا ہے۔ یہ فری اسپیکٹرم ہے یعنی ITU نے اسے لائسنس فری کر رکھا ہے۔ اب دنیا بھر میں اس کو ہینڈ فری کیلئے ہر کوئی استعمال کرتا ہے، اس کو استعمال کرنے کیلئے آپ کو حکومت سے اجازت یا لائسنس لینے کی ضرورت نہیں پڑتی، جتنا چاہیں اس فری بلوٹوتھ کی فریکونسی کو استعمال کریں۔ یہی کچھ حال وائی فائی WiFi کا ہے، یہ 2.4 GHz گیگا ہرٹز فریکوئنسی پر کام کرتا ہے اور فری ہے۔ کڑوروں لوگ اس اسپیکٹرم کو استعمال کرتے ہیں اور یہ ختم نہیں ہوتا اور حکومت سے لائسنس کی بھی ضرورت نہیں پڑتی۔

ایک سوال یہ ذہن میں آسکتا ہے کہ کیا فریکوئنسیز بھی پہلے سے کائنات میں موجود ہیں اور ہم انہی کو استعمال کرتے ہیں؟ تو اس کا جواب یہی ہے کہ لہروں کی سائیکل کی پیمائش فریکوئنسی سے کی جاتی

❖ استاذ مونسٹر ٹکنالوجی یونیورسٹی (MTU) آئرلینڈ

ہے۔ نیز یہ سوال بھی ذہن میں آسکتا ہے کہ کیا میگا ہرٹز پہلے سے موجود ہوتے ہیں اور ان پر سگنلز بنائے جاتے ہیں؟ تو اس کا جواب یہ ہے کہ میگا ہرٹز (Mega Hertz) (MHz) بنیادی طور پر فریکونسی کا ایک یونٹ (اکائی) Unit of Frequency ہے۔ میگا Mega کا مطلب 10 ہے یعنی دس لاکھ۔ ہرٹز Hertz (Hz) فریکونسی Frequency کا یونٹ ہے۔ ایک ہرٹز Hertz کا مطلب ہے کہ سگنل کی ایک سائیکل فی سیکنڈ۔ لہذا ایک میگا ہرٹز کا مطلب یہ ہوا کہ سگنل کی دس لاکھ سائیکلز فی سیکنڈ۔

قدرتی طور پر جو الیکٹر میگنٹک اسپیکٹرم کائنات میں موجود ہے، ہم اسے کیسے ٹیلی کمیونیکیشن میں استعمال کر سکتے ہیں؟

قدرتی طور پر جو الیکٹر میگنٹک اسپیکٹرم کائنات میں موجود ہے اس کے ٹیلی کمیونیکیشن میں بہت سارے استعمال ہیں جن میں سے کچھ بالواسطہ ہیں اور کچھ بلاواسطہ۔ مثلاً سورج کی روشنی الیکٹر میگنٹک اسپیکٹرم میں شمار ہوتی ہے اور اس سورج کی روشنی سے ہم عام زندگی میں بے تحاشہ فوائد حاصل کرتے ہیں مثلاً بجلی کا بنانا، باغات وکھیتی کا پکنا وغیرہ۔ پھر یہ الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم کے ذریعے ہم بجلی بنا کر ٹیلی کمیونیکیشن کمپنیوں کے ٹاورز کو بجلی فراہم کر سکتے ہیں اور کی بھی جارہی ہے۔

اب اس الیکٹر میگنٹک اسپیکٹرم میں جو حصہ ہے ریڈیو اسپیکٹرم Radio Spectrum کا، وہ ہم خاص طور پر موبائل فون اور دیگر الیکٹرونگ آلہ جات کی وائرلیس چارجنگ کیلئے استعمال کر سکتے ہیں۔ اس موضوع پر راقم نے سن میں ایک مشہور سائنسی جریدے میں تحقیقی مقالہ لکھا تھا جس میں کافی تفصیل سے یہ بات بتائی گئی ہے کہ کس طرح ہم قدرت کی طرف سے جو الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم دیا گیا ہے اس کو ٹیلی کمیونی کیشن میں استعمال کر سکتے ہیں۔

مثلاً اس میں یہ بتایا گیا ہے کہ جب سرجن حضرات انسانی جسم میں ایمپلانٹ کرتے ہیں تو مختلف سینسر انسانی جسم میں لگاتے ہیں اور اس انسانی جسم میں اس سینسر کو کس طرح ہم مختلف الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم سے انرجی مہیا کر سکتے ہیں اور کس طرح سے قدرتی طور پر موجود الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم کو استعمال کرتے ہوئے اس سینسر سے کمیونیکیشن کرواسکتے ہیں۔ نیز قدرت میں جو ریڈیو اسپیکٹرم موجود ہے وہ خاص طور پر ٹیلی کمیونیکیشن میں ہمارے سگنل کو مختلف انداز میں مدد فراہم کر سکتا ہے جیسے ہمارے پیدا کئے گئے سگنل کی طاقت کو بڑھانے کیلئے وغیرہ وغیرہ۔

ایک مثال سے الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم کی وضاحت

اب ہم ایک مثال سے الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم کی وضاحت کرتے ہیں۔ہم آوازوں یعنی ساؤنڈ Sound سے متعلق تو جانتے ہی ہیں۔آوازوں کا بھی اسپیکٹرم ہوتا ہے جسے ہم ساؤنڈ اسپیکٹرم Sound Spectrum کہتے ہیں(۱) مثلاً ایک چھوٹا بچہ ہلکی آواز میں بولے تو اس کی ہلکی آواز ہوگی، کوئی بڑا بندہ زور سے بولے تو زیادہ آواز ہوگی، مائیک میں بولیں تو دور تک آواز جائے گی اور مزید گونجدار ہوگی۔اب ہم ان آوازوں کی پیمائش کرلیں یعنی ان کو کوئی نمبر دے دیتے ہیں۔مثال کے طور پر بچے نے بالکل نہیں بولا تو ہم نے اس کو صفر سے تشبیہ دے دی، اگر بچہ بولے گا تو اس کو ہم نے ایک سے تشبیہ دے دی۔اگر کوئی بڑا بولے گا تو اس کو ہم نے دس سے تشبیہد ے دی۔بڑا اگر بہت زیادہ چیخ کے بولے گا تو اس کو بیس سے تشبیہ دے دی اور اگر لاؤڈ اسپیکر میں کوئی بولے گا تو اس کو ہم نے پچاس سے تشبیہ دے دی۔اب یہ جو نمبر ہیں یعنی صفر، ایک، دس، بیس، اور پچاس، جن سے ہم نے ان آوازوں کو تشبیہ دی ہے یہ ساؤنڈ کا اسپیکٹرم ہے ۔یعنی اس کا مطلب یہ ہوا کہ اگر کوئی بیس نمبر والی قوت کی بات کرے گا تو اس کا مطلب ہے کہ کسی بڑے نے چیخ کر بولا ہے۔یہ تو ساؤنڈ کا اسپیکٹرم ہوگیا یعنی کہ آواز کی رینج یا سلسلہ کہاں سے کہاں تک جائے گا۔مگر یہ ساؤنڈ کا اسپیکٹرم بذاتِ خود آواز یا ساؤنڈ نہیں ہے۔اگر کوئی آواز نکالے گا تو آواز نکلے گی اور اس آواز کو نکالنے کیلئے ہمیں کوئی انسان یا آلہ چاہیے ہوگا۔

بس اگر کوئی حکومت یہ کہنا شروع کردے کہ یہ جو بیس کا نمبر ہے، جو کہ کسی بڑے شخص کی چیخ کی آواز کو ظاہر کرتا ہے اس کا لائسنس جاری کیا جائے گا اور صرف وہی شخص بیس والی فریکوئنسی کی آواز نکال سکے گا جس کے پاس لائسنس ہوگا تو وہ صرف اس بات کی اجازت دے رہی ہوگی کہ کون یہ بیس والی فریکوئنسی کی آواز نکال سکتا ہے۔نیز یہ بیس والی فریکوئنسی کا لائسنس دینے کا مطلب یہ ہوا کہ حکومت ہمیں نہ آواز پیدا کرنے کی صلاحیت دے رہی ہے اور نہ ہی وہ آواز بیچ رہی ہے بلکہ صرف اس بات کی اجازت دے رہی ہے کہ ہم آواز نکال سکتے ہیں۔اسی طریقے سے اگر کوئی حکومت پابندی لگادے کہ زیرو سے لے کر دس تک کی ساؤنڈ کیا سپیکٹرم کی آواز کے اسپیکٹرم پر اب سے پابندی ہوگی تو اس کا مطلب یہ ہوگا کہ حکومت نے پابندی لگائی ہوئی ہے کہ اب بچے سے لے کر بڑے تک کوئی بھی بول نہیں سکے گا۔مطلب بولنے کا اختیار تو انہی انسانوں کے پاس ہے البتہ حکومت نے پابندی لگادی۔نیز حکومت اس آواز کے اسپیکٹرم کو بیچنے پر کوئی

(1) Sound spectrum. Link: https://newt.phys.unsw.edu.au/jw/sound.spectrum.html

فیس بھی وصول کرسکتی ہے۔بعینہٖ یہی صورت حال الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم کی بھی ہے کہ یہ الیکٹرومیگنٹک لہروں کا سلسلہ ہےاور آئی ٹی یو نے یہ قوانین بنادیئے ہیں کہ کون سا الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم کس استعمال میں آئے گا،کس الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم کیلئے حکومت سے لائسنس لینے کی ضرورت ہےاور کون سا الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم بغیر لائسنس کے صارفین استعمال کرسکتے ہیں۔اب یہ کسی ملک کی حکومت کی مرضی ہے کہ وہ اس الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم پر کوئی قیمت وصول کرتی ہے یا نہیں۔اگر کرتی ہےتو وہ کتنی قیمت ہوگی اور کتنے عرصے کیلئے حکومت اس لائسنس کو جاری کرے گی۔

ریڈیو اسپیکٹرم وائرلیس کمیونیکیشن کی بنیاد

الیکٹرومیگنٹک اسپیکٹرم کے ایک خاص حصے یعنی بینڈ Band کو ریڈیو اسپیکٹرم Radio Spectrum کہا جاتا ہے۔یہ ریڈیو اسپیکٹرم فریکوئنسی کے لحاظ سے کلو ہرٹز Kilo Hertz (KHz) سے شروع ہرکر ٹیرا ہرٹز (Tera Hertz) (THz) تک چلا جاتا ہے۔اس بینڈ کی مختلف خصوصیات ہیں اور اس بینڈ کو ہم مختلف وائرلیس ایپلیکیشن میں استعمال کرتے ہیں مثلاً ہم اس کو ٹی وی سگنل کے براڈ کاسٹ کرنے میں استعمال کرتے ہیں یعنی ٹی وی کی جو نشریات ہیں وہ اسی ریڈیو اسپیکٹرم بینڈ پر نشر کی جاتی ہیں۔ریڈیو کی نشریات بھی اسی ریڈیو اسپیکٹرم کو استعمال کرکے کی جاتی ہیں۔بلوٹوتھ Bluetooth ہو یا گھروں میں استعمال ہونے والا وائی فائی WiFi، موبائل فون کی کمیونیکیشن ہو یا پھر سیٹیلائٹ کمیونیکیشن Satellite Communication، یہ تمام اسی ریڈیو اسپیکٹرم کی فریکونسیز کو استعمال کرتے ہیں۔حتیٰ کہ جب کسی ملک کی فوج کسی دوسرے ملک پر حملہ کرتی ہےتو اُس کو بھی اپنے فوجیوں،ٹینکوں، بکتر بند گاڑیوں،اور جہازوں کو باہمی رابطہ کیلئے مُواصلاتی نظام کی ضرورت پڑتی ہےتو وہ اسی ریڈیو اسپیکٹرم کی فریکوینسیز کو استعمال کرتی ہیں۔یعنی جو ملٹری کمیونیکیشن Military Communication ہے جس کیلئے فوج میں سگنل کور Signals Corps ہوتا ہے وہ انہی ریڈیو فریکونسیز کو استعمال کرتے ہوئے اپنی مواصلاتی نظام قائم کرتا ہے۔

Electromagnetic radiation with frequencies between about 10 kHz and 100 GHz are referred to as radio frequencies (RF). Radio frequencies are divided into groups that have similar characteristics, called "bands," such as "S-band," "X-band," etc. The bands are further divided into

small ranges of frequencies called "channels," some of which are allocated for the use of deep space telecommunications.(1)

امریکہ، روس اور یورپی ممالک ٹیلی کمیونیکیشن اور اس سے متعلقہ ٹیکنالوجیز میں بہت آ گے ہیں۔ امریکہ کی فیڈرل کمیونیکیشن کمیشن یعنی ایف سی سی Federal Communication Commission (FCC) مُواصلاتی نظام سے متعلقہ معیارات میں بہت کلیدی کردار ادا کرتی ہے۔ اسی طرح بین الاقوامی سطح پر انٹرنیشنل کمیونیکیشن یونین ITU)) International Telecommunication Union سن میں معرضِ وجود میں آئی (۲)۔ پھر جب اقوامِ متحدہ وجود میں آئی تو یہ تنظیم اقوامِ متحدہ کا حصہ بن گئی۔ اس تنظیم میں بنیادی طور 193 پر ممالک ہیں جو اس انٹرنیشنل کمیونیکیشن یونین کا حصہ ہیں اور اس کا بنیادی کام یہ ہے کے یہ میعارت Standards اور مختلف قوائد وضوابط بناتی ہے جن کو آئی ٹی یو ریڈیو ریگولیشن ITU Radio Regulations کہا جاتا ہے (۳) مثلاً ٹیلی کمیونیکیشن کے نظام کیسے کام کریں گے، فریکوئنسی کا کون سا حصہ کس ٹیکنالوجی کیلئے مختص ہوگا وغیرہ۔ اس تنظیم میں شامل 193 ممالک رضا کارانہ طور پر اس میں کام کرتے ہیں۔ اسی آئی ٹی یو نے یہ سائنسدانوں اور محققین سے مشاورت کے بعد عالمی معیار بنا دیا ہے کہ کون کون سے فریکوئنسی بینڈ کن کن ٹیکنالوجیز کیلئے استعمال ہوں گے۔ کون سے اسپیکٹرم بینڈ کا حصہ لائسنس یافتہ ہوگا اور کون سے بینڈ کو استعمال کرنے کیلئے لائسنس لینے کی ضرورت نہیں پڑے گی۔ اسی طرح کون سا اسپیکٹرم بینڈ فوجی مواصلاتی نظام کو قائم کرنے کیلئے استعمال ہوگا، کون سا بینڈ سائنسی تحقیقات کرنے کیلئے استعمال ہوگا۔ غرض اس طرح کے تمام ہدایات اسی تنظیم نے جاری کی ہوئی ہیں۔ یعنی اس تنظیم نے پورے اسپیکٹرم بینڈ کے بارے میں بتا دیا ہے کہ پوری دنیا کے ممالک اس اسپیکٹرم بینڈ کے کس کس حصے کو کن کن استعمال میں لائیں گے۔ اب یہ ان ممبر ممالک کی مرضی ہے کہ وہ اس اسپیکٹرم کو استعمال کرتے ہیں یا نہیں اور اگر کرتے ہیں تو ان ممالک کی

(1) Radio frequency bands, NASA. Link: https://science.nasa.gov/learn/basics-of-space-flight/chapter6-3/

(2) International Telecommunication Union (ITU). Accessed 25th Nov 2023. Link: https://www.itu.int/en/about/Pages/default.aspx

(3) ITU Radio Regulations. Accessed 25th Nov 2023. Link: https://www.itu.int/pub/R-REG-RR/en

مرضی ہے کہ وہ اس اسپیکٹرم بینڈ کو مفت میں ٹیلی کام کمپنیوں کو استعمال کرنے کی اجازت دیں یا لائسنس کا اجراء کریں۔ پھر مختلف ممالک اپنی مرضی سے اس اسپیکٹرم کے حصے کی نیلامی کرتے ہیں۔

یہاں پر یہ بات واضح رہے کہ کسی ملک کو اس اسپیکٹرم کو استعمال کرنے کیلئے آئی ٹی یو سے اجازت نہیں لینی پڑتی اور نہ ہی اس اسپیکٹرم کو استعمال کرنے کیلئے کوئی فیس ادا کرنی پڑتی ہے۔ بس ممالک کا کام ہے کہ وہ آئی ٹی یو کے معیارات کے مطابق چلیں تاکہ عالمی مواصلاتی نظامی میں باہم ربط رہے۔ مثال کے طور پر پاکستان میں ایک کمپنی بنتی ہے جو کہ ایک موبائل فون بنانا چاہتی ہے اب وہ موبائل فون کی فیکٹری لانچ کرتی ہے اور کہتی ہے کہ ہمارا تیار کردہ موبائل فون چھ سو میگا ہرٹز 600 MHz فریکوئنسی پر آپریٹ کرے گا۔ پاکستان میں ایسی موبائل فون فیکٹری بن سکتی ہے اور ہم اس موبائل فون کو استعمال بھی کر سکتے ہیں، مگر فرض کرتے ہیں کہ اگر آئی ٹی یو نے ہدایات دی ہوئی ہیں کے جب آپ کو موبائل فون بنانے ہیں تو آپ نے نو سو میگا ہرٹز فریکوئنسی پر کام کرنے والے بنانے ہیں۔ اب اگر ہم اس ہدایات پر عمل نہیں کریں گے تو ہماری کمپنی اپنا موبائل فون، یورپ اور امریکہ میں نہیں بیچ سکے گی کیونکہ وہاں پر نو سو میگا ہرٹز کے موبائل فون ہی کام کریں گے۔

پاکستان میں اسپیکٹرم سے متعلق معاملات کو حکومتی سطح پر پاکستان ٹیلی کمیونیکیشن اتھارٹی یعنی پی ٹی اے Pakistan Telecommunication Authority (PTA) دیکھتی ہے اور اس اسپیکٹرم کی نیلامی کرتی ہے۔ پی ٹی اے، انٹرنیشنل ٹیلی کمیونیکشن یونین کا حصہ تو ہے مگر حکومتِ پاکستان اس اسپیکٹرم کو استعمال اور نیلام کرنے کیلئے آئی ٹی یو کو کوئی بھی فیس ادا نہیں کرتی، ہاں ٹیلی کمیونیکشن کی تحقیق کو بڑھانے کیلئے اگر پاکستانی حکومت کچھ حصہ اس تنظیم کو دے گی تو وہ اس اسپیکٹرم کی فیس کی مد میں نہیں ہوتا بلکہ ممبر ممالک سائنسی رضا کارانہ طور پر اس تنظیم کو مالی مدد فراہم کرتے ہیں۔ یعنی ایسا نہیں ہے کہ اگر حکومتِ پاکستان فائیو جی کے اسپیکٹرم کی بیس کڑور روپے میں نیلامی کرتی ہے تو اس کو کچھ حصہ آئی ٹی یو کو ادا کرے گی۔ حکومتِ پاکستان اپنا ریونیو بنانے کیلئے ٹیلی کام کمپنیوں کو یہ اسپیکٹرم نیلام کرتی ہے تاکہ حکومت کی اس مد میں آمدنی ہو۔ (جاری)